Aus der Medizinischen Klinik der Universität Bonn.
Direktor: Professor Dr. Martini.

Über die Beeinflussung von menschlichem Blut durch ultraviolette Strahlen.

Inaugural - Dissertation

zur
Erlangung des Doktorgrades
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Bonn.

Vorgelegt am 21. Sept. 1939

von

Hermann Moormann
aus Herzlacke i. Hann.

BONN 1939

Druckerei J. Duckwitz, Bonn, Maargasse 4

Gedruckt mit Genehmigung

der medizinischen Fakultät der Universität Bonn.

Referent: Prof. P. Martini.

Korreferent: Prof. Fr. Pietrusky.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meiner lieben Mutter
in dankbarer Verehrung!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546405_0063

A. Bisher Bekanntes aus dem Schrifttum.

So alt wie die Wiederentdeckung der Blutkörperchensedimentierung selbst als diagnostisch brauchbare Erscheinung, so alt sind auch die Bemühungen um die Erkenntnis jener Faktoren, Vorgänge und Gesetze, die dieser Erscheinung zu Grunde liegen. Man erkannte sehr rasch, daß die Schnelligkeit der Sedimentierung parallel geht der Ballung der roten Blutkörperchen. Die Ballung wieder konnte man als abhängig nachweisen vom Zustand des Plasmas. Je mehr grobdisperse Eiweißkörper im Plasma vorhanden sind, desto mehr zeigen die Blutkörperchen die Fähigkeit, sich zu Agglomeraten zu vereinigen und so schneller abzusinken.

Über diesen Zusammenhang zwischen Plasmabeschaffenheit und Grad der Ballung sind mehrere Hypothesen aufgestellt worden, ohne daß es gelungen wäre, alle Beobachtungen unter einer umfassenden Theorie zu vereinigen. Das mag wohl zum Teil daran liegen, daß die bisher gesammelten Beobachtungen noch zu gering an Zahl sind. Manchmal sind aber auch schon vorhandene Funde noch so wenig geprüft, daß ihre Verwertung schwer fällt.

So sind beispielsweise noch ganz ungenügend jene Einflüsse klargestellt, die durch Bestrahlungen des Blutes oder des Plasmas auf die Senkung ausgeübt werden. Die Angaben im Schrifttum gehen jedenfalls mehrfach auseinander.

Über die Einwirkung von Röntgenstrahlen in vivo auf die Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen berichtet von Mikulicz-Radecki. Er stellte fest, daß die Senkung bei Karzinomkranken unmittelbar nach der Bestrahlung gehemmt, kurze Zeit später aber beschleunigt war.

Jaller konnte keine Veränderung der Senkung des Blutes beobachten, das mit Röntgenstrahlen in vitro behandelt worden war. Weder direkt nach der Bestrahlung in vitro, noch nach wiederholtem Aufschütteln in mehrstündigen Zeitabschnitten zeigte sich eine Veränderung der Senkung.

Dagegen berichtet Brummer, der die elektrischen Ladungen der Erythrocyten als Hauptursache der Agglutination und damit der Senkungsgeschwindigkeit ansieht, über eine beschleunigte Aktion nach Röntgenbestrahlung von Zitratblut in vitro. Im Gegensatz dazu sedimentierte defibriniertes Blut nach der Bestrahlung bedeutend langsamer. Mit Kochsalzlösung gewaschenes und dadurch enteiweißtes defibriniertes Blut wurde durch die Bestrahlung in seiner Senkungsaktion nicht beeinflußt. Ferner hat Brummer mikroskopisch nachgewiesen, daß die den Röntgenstrahlen ausgesetzten roten Blutkörperchen zu größeren Aggregaten zusammenklumpen und so schneller absinken. Hieraus zog Brummer, der nach Höber annimmt, daß die mit einer Albuminhülle umgebenen Erythrocyten die stärkste, die mit einer Globulinhülle eine schwächere und die mit einer Fibrinogenhülle die schwächste elektrische Ladung besitzen, den Schluß, daß die Röntgenstrahlen durch Entladung der roten Blutkörperchen die Senkung beeinflussen, und daß die elektrische Ladung die Hauptursache für die Sedimentierung der Erythrocyten sei.

Leitner setzte ebenfalls das Blut in vitro der Wirkung von Röntgen- und Ultravioletttstrahlen aus und zwar sowohl Gesamtblut als auch Blutkörperchen und Plasma getrennt. Nach der Bestrahlung von Zitratblut war die Senkung das eine Mal beschleunigt, das andere Mal gehemmt oder auch unverändert gegenüber der Kontrolle. Vorher schon beschleunigte Senkung wurde durch die Bestrahlung gefördert. Die in NaCl-Suspension bestrahlten Blutkörperchen zeigten in unbestrahltem Plasma nach der Einwirkung von ultravioletten Strahlen meist verlangsamte Senkungstendenz, jedoch wieder nicht ganz eindeutig. Blutkörperchen in bestrahltem Plasma senkten bei Röntgenstrahlen meist schneller, bei ultravioletten mal schneller, mal langsamer, mal gleichschnell gegenüber der Kontrollsenkung. Mit Kochsalzlösung gewaschene bestrahlte Blutkörperchen in unbestrahltem Plasma wurden in beiden Fällen der Bestrahlung in ihrer Senkung gehemmt.

Ausgehend von der Tatsache, daß „Agglutination" und Sedimentierungsgeschwindigkeit parallel laufen, hat Mond versucht, eine rein physikalisch-chemische Erklärung für die Ursache der Ballung zu finden. Hierfür komme als erster Faktor die Verminderung der negativen elektrischen Ladung der roten Blutkörperchen in Frage. Schwankungen in dem Verhältnis der H· und OH· zueinander bedinge keine so großen Ladungsunterschiede, als dadurch Agglutination zustande kommen könne. Für den Unterschied der elektrischen Ladung komme allein die Grenzschicht der Erythrocyten in Frage, die bekanntlich aus Fibrinogen, Albumin oder Globulin bestehe. Die größte negative Ladung besäßen die Blutkörperchen mit einer Albuminhülle, dann kämen gestaffelt Globulin und Fibrinogen.

Als zweite Ursache für die Agglutination zieht Mond die Verklebung der roten Blutkörperchen in Betracht. Es bestehe eine natürliche Neigung der Eiweißkörper, sich zusammenzulegen und in den Gelzustand überzugehen und zwar stärker bei Fibrinogen als bei Globulin und Albumin. Ein spezifisches Agglutinin wird von Mond abgelehnt.

Die Einwirkung ultravioletter Strahlen auf die Senkungsgeschwindigkeit der Erythrocyten hat Mond geprüft, indem er Pferdeblutkörperchen in bestrahlter Suspensionsflüssigkeit absinken ließ. Bestrahltes Plasma hemmte oder beschleunigte; bestrahltes Fibrinogen hemmte immer, bestraltes Albumin und Globulin beschleunigten immer die Sedimentierung.

Ferner stellte Mond fest, daß die Viscosität nach der Bestrahlung immer anstieg, am meisten bei Fibrinogen, und daß Viscosität und Sedimentierung nicht parallel liefen.

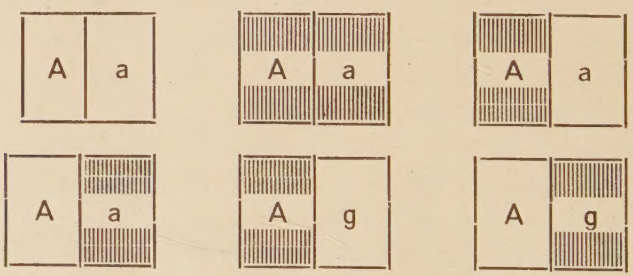
Den Einfluß ultravioletter Strahlen auf die Senkungsgeschwindigkeit untersuchte ebenfalls Haro Garcia. Er fand eine beschleunigte Aktion nur dann, wenn die Blutkörperchen der Bestrahlung in vitro mit ausgesetzt werden. Die Bestrahlung des Plasma allein zeigte keine Änderung. Bestrahlte Blutkörperchen senkten in unbestrahltem Plasma schneller, in bestrahltem dagegen langsamer.

B. Zweck der Arbeit und Versuchsanordnung.

Im Hinblick auf diese schwankenden Angaben des Schrifttums über den Einfluß der ultravioletten Strahlen auf den Ablauf der Senkungsreaktion verfolgt die vorliegende Arbeit den Zweck, diesen Einfluß genau zu erforschen.

Das Prinzip der Versuchsanordnung bestand darin, nicht nur Vollblut zu bestrahlen, sondern auch die Wirkung der Strahlen auf isoliertes Plasma und auf gewaschene Blutkörperchen zu untersuchen. Schließlich wurden auch noch Vergleichsuntersuchungen an Lösungen von Gummiarabicum angestellt, das bekanntlich senkungsbeschleunigenden Effekt besitzt.

In der Abbildung ist schematisch dargestellt, welche Blutproben nach der noch näher zu schildernden Bearbeitung auf ihre Senkung hin geprüft worden sind.



Es bedeuten: A Blutkörperchen, a Plasma, g Gummiarabicum-Lösung,

bestrahlt, unbestrahlt.

Zur Verhinderung der Gerinnung wurde das Blut bei Entnahme aus der Vene mit einer 3,8%igen Natriumzitratlösung im Verhältnis von 4 : 1 versetzt. Die Bestrahlung wurde mit einer Original Hanauer-Quarzlampe eine Stunde lang in einem Abstand von etwa 30 cm vorgenommen.

Um Verdunstung einerseits und Wärmewirkung andererseits zu verhindern, waren die Blutproben während der Bestrahlung in einer feuchten Kammer untergebracht, deren Temperatur durch Eiswasser geregelt werden konnte. Der Kammerboden bestand aus einer Tonschale von etwa 20 cm Durchmesser, in die um ein zentrales Kühlgefäß 5 Petrischälchen für die Blutproben aufgestellt werden konnten. Über diese Schale wurde ein etwa 25 cm tiefer Tonzylinder gestellt, der oben eine ovale Öffnung für den Durchgang der Strahlen und seitlich ein kleines Fenster für die Bedienung eines Rührwerkes besaß, das eine gleichmäßige Strahleneinwirkung auf alle Bestandteile der 5 Proben bewirken sollte. Diese Kammer wurde vor jeder Bestrahlung angefeuchtet und war außerdem innen mit feuchtem Fließpapier ausgekleidet.

Die trotz der feuchten Kammer noch stattfindende Verdunstung wurde einer besonderen Prüfung durch Wägekontrollen vor und nach der Bestrahlung unterzogen.

Tabelle I.

Blutmenge in ccm	Gewicht des Gefäßes mit Blut in g vor Bestrahlung	nach Bestrahlung
5	15,85	15,70
4	14,25	14,20
5	16,85	16,75
4	14,75	14,70
18	61,70	61,35

Dieser Gewichtsverlust von 0,35 g war wohl in der Hauptsache darauf zurückzuführen, daß durch Herausnahme des Rührers ein unvermeidlicher Gewichtsverlust stets eintreten mußte. Es ließ sich also eine durch Bestrahlung zustande kommende Verdunstung wohl fast ganz ausschließen.

I. Bestrahlung des Vollblutes.

Aus einer Kubitalvene wurden etwa 10 ccm Zitratblut entnommen und in zwei Teile geteilt. Eine Hälfte wurde, vor Verdunstung geschützt, zurückgestellt. Sie sollte als Kontrollsenkung dienen. Die andere Hälfte wurde bestrahlt. Nach der Besrahlung erfolgte die Aufstellung zur Senkung in 200 mm graduierten Westergrenpipetten nach vorherigem Durchmischen.

Später wurden aber auch vom bestrahlten wie vom unbestrahlten Blut das Minimalsediment und die Viscosität des Plasmas bestimmt.

a) Zur Bestimmung des Minimalsedimentes wurde 1 ccm Zitratblut mit 1 ccm isotonischer 7%iger Gummiarabicumlösung versetzt, gemischt und in der Westergrenpipette aufgestellt. Das nach 24 Stunden gebildete Sediment stellt das Minimalsediment dar, das dem Hämatokrit-Volumen etwa gleich ist.

Herstellung einer isotonischen Gummiarabicumlösung:

Rp. Gummiarabici	7,0
Natri citrici pulv.	3,8
Aqua dest ad	100,0

Durch Watte und Papier zu filtrieren!

b) Zur Bestimmung der Viscosität des Plasmas wurde der Rest des Blutes scharf zentrifugiert, das Plasma abgehoben und dessen Viscosität in dem Viscosimeter nach Heß gemessen.

Die Versuche der Reihe I ergaben folgende Werte:

Tabelle II.

Nr.	Senkung in mm unbestr.	Senkung in mm bestrahlt	Senkungs-differenz	Plasmaviscosität		Minimalsediment	
				unbestrahlt	bestrahlt	unbestrahlt	bestrahlt
I	3	3	± 0	1,55	1,55	52	53
II	4	18	+ 14	1,80	1,80	51	45
III	5	8	+ 3	1,65	1,65	46	46
IV	7	13	+ 6	1,65	1,65	48,5	50
V	13	17	+ 4	1,55	1,60	45	49
VI	15	24	+ 9	—	—	—	—
VII	24	33	+ 9	—	—	48	46
VIII	26	54	+ 28	—	—	41	43
IX	30	73	+ 43	—	—	—	—
X	31	50	+ 19	1,85	1,90	43	44
Sa.	158	293	+135	10,05	10,15	224,5	376
%	100	185,44		100	100,9	100	115,87

Durch die Ultraviolettbestrahlung des Vollblutes tritt also eine eindeutige Beschleunigung der Senkungsgeschwindigkeit ein. Während die Viscosität des Plasmas sich nicht ändert, steigt das Minimalsediment an, wohl als Folge von Quellungsvorgängen an den roten Blutkörperchen.

II. Bestrahlung der isolierten Blutkörperchen.

Herstellung einer 3,8%igen Natriumzitratlösung:

Rp. Natri citrici pulv.	38,0
Aqua dest	1000,0

Von 10 ccm Zitratblut wurde nach scharfem Zentrifugieren das Plasma abpipettiert und, vor Verdunstung geschützt, für späteren Gebrauch zurückgestellt. Dreimaliges Waschen mit 3,8%iger Zitratlösung entfernte aus dem Blutkörperchensediment den Plasmarest. Durch Auffüllen mit Natriumzitrat auf das alte Volumen erhielt man eine Blutkörperchen-Aufschwemmung, bei der das entfernte Plasma durch Natriumzitrat ersetzt war.

Diese Aufschwemmung wurde gut geschüttelt und geteilt. Nach Bestrahlung der einen Hälfte wurden beide Teile wieder kräftig geschwenkt und von jedem 2 ccm in Zentrifugengläser gefüllt, scharf zentrifugiert und die überstehende Zitratlösung durch das zurückgestellte Plasma ersetzt. Somit wurden beide Teile, die Bestrahlung ausgenommen, völlig gleich behandelt. Darauf erfolgte die Aufstellung zur Senkung. Es kamen so zum Vergleich:

1. die Senkung von bestrahlten Blutkörperchen in unbestrahltem Plasma,

2. die Senkung von unbestrahlten Blutkörperchen in unbestrahltem Plasma.

Die Ergebnisse waren folgende:

Tabelle III.

Nr.	Unbestrahlt 1 Std.	Unbestrahlt 24 Std.	Bestrahlt 1 Std.	Bestrahlt 24 Std.	Differenz 1 Std.	Differenz 24 Std.
I	1	33	1	62	± 0	+ 29
II	1	40	1	41	± 0	+ 1
III	1	37	1	41	± 0	+ 4
IV	2	28	1	56	— 1	+ 28
V	2	50	4	55	+ 2	+ 5
VI	3	54	2	46	— 1	— 8
VII	3	50	11	63	+ 8	+ 13
VIII	3	62	2	48	— 1	— 14
IX	4	59	6	66	+ 2	+ 7
X	4	62	6	59	+ 2	— 3
XI	4	66	7,5	76	+ 3,5	+ 10
XII	6	67	8	70	+ 2	+ 3
XIII	7	63	14	65	+ 7	+ 2
XIV	7	65	11	63	+ 4	— 2
XV	10	94	18	104	+ 8	+ 10
XVI	11	88	16	101	+ 5	+ 13
XVII	23	91	25	91	+ 2	± 0
Sa.	92	1009	134,5	1107	+ 42,5	+ 98
%	100	100	146,19	109,71	+ 46,19	+ 9,71

Aus der Tabelle III ist zu ersehen, daß die ultraviolette Bestrahlung der Blutkörperchen diese zu vermehrter Ballung anregt. In einigen Parallelversuchen wurde nun statt des Plasmas eine isotonische Gummiarabicumlösung von der Viscosität = 1,7 verwendet. Wie die Ergebnisse dieser Versuche zeigen, ist der ballungsfördernde Reiz der Höhensonnenbestrahlung auf die Blutkörperchen in keiner Weise von besonderen Plasmaeigenschaften abhängig. Denn auch in Gummiarabicumlösung sedimentieren bestrahlte Erythrocyten schneller als unbestrahlte (Tabelle IV).

Es wurden ebenfalls wieder 10 ccm Zitratblut entnommen und scharf zentrifugiert. Das überstehende Plasma wurde abpipettiert. Durch mehrmaliges Waschen mit einer 3,8%igen Natriumzitratlösung wurden die Blutkörperchen von dem Plasmarest befreit und mit der Zitratlösung wieder auf 10 ccm eingestellt. Von dieser Blutkörperchen-Suspension wurde die eine Hälfte bestrahlt, dann von der bestrahlten wie von der unbestrahlten Mischung je 2 ccm in Zentrifugengläser eingefüllt, zentrifugiert und das überstehende Zitrat durch eine isotonische Gummiarabicumlösung von der Viscosität 1,7 ersetzt.

Es wurde absichtlich eine Gummiarabicumlösung von etwas höherer Viscosität benutzt, um eine allgemein beschleunigte Senkung herbeizuführen und so schon nach kurzer Zeit hohe Senkungswerte und eventuell eintretende Unterschiede beobachten zu können.

Tabelle IV.

Nr.	Unbestrahlt 1 Std.	Unbestrahlt 24 Std.	Bestrahlt 1 Std.	Bestrahlt 24 Std.	Differenz 1 Std.	Differenz 24 Std.
I	7	—	13	—	+ 6	—
II	10	36	27	54	+ 17	+ 18
III	18	46	48	72	+ 30	+ 26
IV	22	—	19	—	— 3	—
V	25	65	49	88	+ 24	+ 23
VI	27	84	36	78	+ 9	— 6
VII	29	94	63	111	+ 34	+ 17
VIII	30	84	73	100	+ 43	+ 16
IX	31	106	48	104	+ 17	— 2
X	39	107	52	102	+ 13	— 5
XI	40	118	50	118	+ 10	+ 0
XII	42	107	61	101	+ 19	— 6
XIII	42	—	63	—	+ 21	—
XIV	43	113	75	108	+ 32	— 5
XV	46	—	68	—	+ 22	—
XVI	47	111	81	111	+ 34	— 0
XVII	48	110	83	109	+ 35	— 1
XVIII	48	—	56	—	+ 8	—
XIX	48	111	79	109	+ 31	— 2
XX	51	—	84	—	+ 33	—
XXI	54	119	65	114	+ 11	— 5
XXII	57	126	47	113	— 10	— 13

Nr.	Unbestrahlt 1 Std.	Unbestrahlt 24 Std.	Bestrahlt 1 Std.	Bestrahlt 24 Std.	Differenz 1 Std.	Differenz 24 Std.
XXIII	58	120	60	104	+ 2	— 16
XXIV	59	—	49	—	— 10	—
XXV	60	124	72	97	+ 12	— 27
XXVI	67	116	56	85	— 11	— 31
XXVII	67	—	77	—	+ 10	—
XXVIII	69	—	115	—	+ 46	—
XXIX	69	119	74	114	+ 5	— 5
XXX	74	—	106	—	+ 32	—
XXXI	76	122	55	86	— 21	— 36
XXXII	76	123	92	117	+ 16	— 6
XXXIII	79	129	67	110	— 12	— 19
XXXIV	83	127	88	119	+ 5	— 8
XXXV	86	132	108	125	+ 22	— 7
XXXVI	99	145	77	110	— 22	— 35
XXXVII	100	—	64	—	— 36	—
Sa.	1926	2794	2400	2659	+ 474	— 135
%	100	100	124,61	95,16	+ 24,61	— 4,84

In Erweiterung dieser Versuche wurden isolierte Blutkörperchen in Zitratlösung nach 24 Stunden langem Stehen im Eisschrank der Bestrahlung ausgesetzt und mit gealterten unbestrahlten Kontrollen verglichen, aufgeschwemmt in dem zugehörigen Plasma. Diese Senkungswerte zeigten ganz eindeutige positive Unterschiede zu Gunsten der bestrahlten Erythrocyten, wie Tabelle V zeigt.

Tabelle V.

Nr.	Unbestrahlt 1 Std.	Unbestrahlt 24 Std.	Bestrahlt 1 Std.	Bestrahlt 24 Std.	Differenz 1 Std.	Differenz 24 Std
I	10	36	27	57	+ 17	+ 21
II	18	46	48	72	+ 30	+ 26
III	30	84	73	100	+ 43	+ 16
Sa.	58	166	148	229	+ 90	+ 63
%	100	100	255,17	137,95	+ 155,17	+ 37,95

Die Tabellen III, IV und V zeigen klar, daß bestrahlte Blutkörperchen sowohl im Eigenplasma, wie auch in körperfremdem Medium schneller sedimentieren als unbestrahlte Blutkörperchen, zumindest während der ersten Stunde. Besonders eindeutig tritt dies bei 24 Stunden gealterten Erythrocyten hervor. Es gibt von dieser Regel nur spärliche Ausnahmen. Warum diese bei den Versuchen überhaupt in Erscheinung getreten sind, ist unklar. Möglicherweise handelt es sich hier um Versuchsfehler, vielleicht sind die Erythrocyten manchmal tatsächlich sehr empfindlich und werden deshalb durch die Bestrahlung geschädigt. Hervorgehoben sei jedenfalls, daß diese negativen Ergebnisse verhältnismäßig spärliche sind, und daß die erhaltenen negativen Differenzen in keiner Weise im Durchschnitt die positiven Differenzen an Größe erreichen.

III. Bestrahlung des isolierten Plasmas.

10 ccm Zitratblut wurden scharf zentrifugiert, das Plasma wurde mit einer Pipette abgehoben, geteilt, die eine Hälfte vor Verdunstung geschützt aufbewahrt und die andere Hälfe bestrahlt. Das

Blutkörperchensediment wurde mit Zitratlösung nach wiederholtem Waschen auf das alte Volumen von 10 ccm aufgefüllt, um eine Austrocknung und eventuelle Schädigung der Erythrocyten zu vermeiden.

Nach der Bestrahlung des Plasmas wurden von der Blutkörperchenaufschwemmung nach gutem Durchmischen je 2 ccm in 2 Zentrifugengläser eingefüllt und scharf zentrifugiert. Das überstehende Zitrat wurde abpipettiert und das eine Glas mit bestrahltem, das andere mit unbestrahltem Plasma auf 2 ccm aufgefüllt. Nach guter Durchmischung und Aufstellung zur Senkung kamen so zum Vergleich: unbestrahlte Blutkörperchen in unbestrahltem Plasma und unbestrahlte Blutkörperchen in bestrahltem Plasma. Da sich nach den in neuerer Zeit von Frimberger unter Mitarbeit von Hasselmann durchgeführten Versuchen ein unabweisbarer Zusammenhang zwischen Ballungsfaktor und Viscosität des Suspensionsmittels ergeben hat, wurde hier auch die Einwirkung der Bestrahlung auf die Plasmaviscosität verfolgt. Die Viscositätsmessungen geschahen mit dem Instrument von Hess, das etwas modifiziert worden war.

Die Bestrahlung des Plasmas führt also nach Tabelle VI zu einer Vermehrung des Ballungsfaktors bei gleichzeitiger Herabsetzung der Viscosität des Plasmas. Dieses Ergebnis scheint in Widerspruch zu stehen zu den von Frimberger und Hasselmann an Gummiarabicumsolen gewonnenen Erkenntnissen, daß die durch einen künstlichen Eingriff erzeugten Änderungen der Viscosität und der Größe des Ballungsfaktors gleichsinnig sind. Es ist jedoch zu bedenken, daß das Plasma sehr vielseitig zusammengesetzt ist und außer den Stoffen, an die der Ballungsfaktor gebunden ist, noch eine Reihe anderer Substanzen enthält. Die unter der Wirkung der ultravioletten Strahlen eintretende Viscositätsänderung ist demnach als eine vielseitig abhängige Resultante anzusehen.

Tabelle VI.

Nr.	Unbestrahlt 1 Std.	24 Std.	Viscosität	Bestrahlt 1 Std.	24 Std.	Viscosität	Differenz 1 Std.	24 Std.	Viscosität
I	1,5	32	—	2	42	—	+0,5	+10	—
II	3	44	—	4	51	—	+1	+ 7	—
III	3,5	—	1,50	4,5	—	1,45	+ 1	—	—0,05
IV	7	79	1,60	10	93	1,55	+ 3	+14	—0,05
V	50	115	1,80	51	115	1,75	+ 1	+ 0	—0,05
VI	52	123	2,00	62	127	1,90	+10	+ 4	—0,10
Sa.	117,0	393	6,90	133,5	428	6,65	+16,5	+35	—0,25
%	100	100	100	114,1	108,9	96,37	+14,1	+ 8,9	—3,63

IV. Senkung der Erythrocyten in bestrahlter und unbestrahlter Suspensionsflüssigkeit (isotonischer Gummiarabicumlösung).

In dieser Versuchsreihe wurde das Plasma durch eine isotonische Gummiarabicumlösung ersetzt, so daß die vorher gewaschenen Erythrocyten in einem körperfremden Medium zur Sedimentierung kamen. Die Viscosität dieser Lösung betrug 1,45. Durch einstündliche Ultraviolett-Bestrahlung sank dieselbe auf 1,37 herab, wobei irgendwelche Fehlerquellen, wie Verdunstung, ausgeschlossen wurden.

Um eine schnellere Sedimentierung herbeizuführen, wurde später eine Suspension von der Viscosität 1,70 genommen, die durch die Bestrahlung auf 1,55 herabging. Somit kamen, wie die Tabelle VII zeigt, zum Vergleich:

Blutkörperchen + unbestr. Gummiarabicum, und

Blutkörperchen + bestr. Gummiarabicum.

Tabelle VII.

Nr.	Unbestrahlt 1 Std.	24 Std.	Viscosität	Bestrahlt 1 Std.	24 Std.	Viscosität	Differenz 1 Std.	24 Std.
I	2	31	1,45	1	19	1,37	— 1	—12
II	3	30	1,45	1	21	1,37	— 2	— 9
III	3	32	1,45	1	5	1,37	— 2	—27
IV	4	32	1,45	1	6	1,37	— 3	—26
V	4	39	1,45	2	10	1,37	— 2	—29
VI	5	49	1,45	1,5	25	1,37	— 3,5	—24
VII	6	57	1,45	2	14	1,37	— 4	—43
VIII	7	56	1,45	2	13	1,37	— 5	—43
IX	8	81	1,45	4	43	1,37	— 4	—38
X	57	131	1,70	43	119	1,55	—14	—12
XI	71	137	1,70	56	137	1,55	—15	± 0
XII	98	140	1,70	66	132	1,55	—32	— 8
XIII	99	143	1,70	79	140	1,55	—20	— 3
Sa.	367	958		259,5	684		—107,5	—274
%	100	100		70,71	71,61		—29,29	—28,39

Das Ergebnis dieser Versuchsreihe zeigt klar und eindeutig, daß mit der Abnahme der Viscosität der Gummiarabicumlösung durch die Ultraviolettbestrahlung eine Hemmung der Sedimentierung eintritt. Demnach sind also die roten Blutkörperchen in einem körperfremden Suspensionsmittel in ihrer Ballungstendenz von der Viscosi-

tät des betreffenden Mediums abhängig. Dies entspricht ganz den von Frimberger und Hasselmann gefundenen Ergebnissen, daß Viscosität und Ballungsfaktor in einfachen kolloidalen Lösungen parallel gehen.

C. Zusammenfassung.

Es wurde der auf die Blutkörperchensenkung ausgeübte Einfluß der ultravioletten Strahlen nach verschiedener Richtung geprüft. Die Untersuchungen erstreckten sich nicht nur auf gewöhnliches Zitratblut, sondern auch auf dessen einzelne Bestandteile. So wurden die Veränderungen von Plasma und Blutkörperchen bei getrennter Bestrahlung untersucht. Vergleichsweise wurde statt des Plasma eine Lösung von Gummiarabicum als Suspensionsmittel benutzt.

Die Ergebnisse waren:

1. Bestrahlung von gewöhnlichem Zitratblut ergab eine Beschleunigung der Senkungsreaktion ohne Veränderung der Plasmaviscosität und ohne Zunahme des Minimalsediments.
2. Bestrahlung von isolierten Blutkörperchen, die in einer 3,8%igen Natriumzitratlösung aufgeschwemmt waren, förderte deren Sedimentierung sowohl in dem zugehörigen Plasma, als auch in einer isotonischen Gummiarabicumlösung; besonders stark trat diese Wirkung bei gealterten Blutkörperchen hervor.
3. Wurde nur das Plasma bestrahlt, so zeigte sich ebenfalls eine Beschleunigung der Senkung.
4. Dagegen führte Bestrahlung von Gummiarabicumlösung, die anstelle des Plasmas als Suspensionsmittel verwandt wurde, mit Abnahme der Viscosität der Lösung zur Hemmung der Senkung.

Zum Schlusse möchte ich Herrn Prof. Dr. P. Martini für die Überlassung des Themas und Herrn Dr. Frimberger, Münster, für die Anregungen, die er mir bei der Bearbeitung des Themas gegeben hat, meinen Dank aussprechen.

SCHRIFTTUM,

Brummer: Strahlentherapie 1926 Bd. 22. S. 322.

Frimberger: Med. Welt 1938 Nr. 30.

— Ztschr. f. d. ges. exper. Med. Bd. 103 H. 4 u. 5. S. 539.

— Ztschr. f. klin. Med. Bd. 130 H. 4 S. 461 1936.

— Ztschr. f. klin. Med. Bd. 131 H. 4 u. 5 S. 463 1937.

— Klin. Wschr. Jhrg. 16 Nr. 3 S. 90 1937.

Haro Garcia: Journ. de radiol. et d'électrol. Bd. 12 Nr. 1 S. 20 1928.

— Ztrbl. f. d. ges. Tuberk.-Frschg. Bd. 29. S. 179 1928.

Hasselmann: Dissertation 1938 Bonn.

Höber u. Mond: Klin. Wschr. 1922 S. 2412.

Jaller: Dtsch. med. Wschr. 1924 S. 1080.

Leitner: Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr. 1930 S. 743 Bd. 41.

v. Mikulicz-Radecki: Strahlentherapie 1924 Bd. 16 S. 222.

Mond: Pflügers Archiv Bd. 196 S. 540 1922.

LEBENSLAUF.

Am 10. 4. 1911 wurde ich, Hermann Moormann, in Herzlake, Kreis Meppen, geboren. Nach Absolvierung der Bürgerschule zu Löningen in Oldenburg besuchte ich das Staatliche Gymnasium Carolinum in Osnabrück, von dem ich am 19. Februar 1932 das Zeugnis der Reife erhielt. Nach anfänglichem veterinär-medizinischen Studium auf der Tierzärtlichen Hochschule in Hannover, widmete ich mich dem Studium der Medizin an den Universitäten Münster, Freiburg i.Br. und Bonn. An letztgenannter Universität bestand ich am 16. Juli 1938 das ärztliche Staatsexamen. Darauf war ich als Medizinalpraktikant an der städtischen Krankenanstalten in Osnabrück tätig, und zwar bis zum 31. 12. 1938 in der medizinischen Klinik bei Herrn Prof. L. Bogendörfer und seit dem 1. 1. 1939 in der Frauenklinik bei Herrn Prof. K. Hellmuth. Die Bestallung als Arzt erhielt ich am 18. Juli 1939.